

寄主转换对烟蚜种群特征的影响

杨效文, 张孝义, 谭宏宇

(南京农业大学植保系, 南京 210095)

5435.72

Q969.357.2

摘要: 试验结果表明, 除从油菜上转到桃树上不成功外, 烟蚜可在烟草、油菜和桃树之间成功转换, 且同寄主之间的转换比异寄主之间的转换生殖前期短, 产仔量大。烟蚜寄主转换以 r_m 值的大小依次为桃树转油菜 > 烟草转油菜 > 油菜转烟草 > 桃树转烟草 > 烟草转桃树。

关键词: 烟蚜; 寄主转换; 内禀增长率; Weibull 模型

The effects of host alteration on the population characteristics of *Myzus persicae* (Sulzer)

YANG Xiao-Wen, ZHANG Xiao-Xi, TAN Hong-Yu (Department of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: An experiment was carried out to study the effects of host alteration on population characteristics of *Myzus persicae*. The results showed that, except the alteration from rape to peach, the aphid could be successfully altered among tobacco, rape and peach. The pre-reproductive time was shorter and reproduction was higher in the alteration within the same host than those in the alteration among different hosts. The intrinsic rates of natural increase r_m of the aphid population in various host alterations were in the following order: peach to rape > tobacco to rape > rape to tobacco > peach to tobacco > tobacco to peach.

Key words: *Myzus persicae* (Sulzer); host alteration; the intrinsic rate of natural increase r_m ; Weibull model
文章编号: 1000-0933(1999)05-0715-05 中图分类号: Q145+.1 文献标识码: A

烟蚜(*Myzus persicae* Sulzer)是一种重要的农业害虫,在我国各省(区)均有发生,为害严重。该虫寄主十分广泛(目前已记载的寄主有50个科400多种植物),种下分化复杂。李显荣等^[1]认为,在河南许昌烟区,在十字花科蔬菜上越冬的烟蚜,次年都不能在烟株上生活;赵万源^[2]对云南地区烟蚜的研究表明,在蔬菜上越冬的烟蚜可转移为害烟草;Blackman^[3~5]从*Myzus persicae*中分出*Myzus nicotanae*,将其作为一个独立的种,认为其营不全周期生活史,主要取食烟草,且二者之间存在着事实上的生殖隔离。杨效文等^[6,7]分别研究了烟蚜在白菜和烟草以及在不同烟草品种上的种群繁殖增长情况,其种群参数有所不同。Takada^[8]根据从日本26个地点12科23种植物上采集的烟蚜的“体色-酯酶型(color-esterase forms)”将烟蚜分为烟草型(tobacco form)和非烟草型(non-tobacco form)。Takada^[9]同时还发现,烟草型在马铃薯上和烟草上都能正常发育,而非烟草型在马铃薯上生长发育正常,在烟草上生长发育迟缓,存活率低。谢贤元^[10]认为,在陕西十字花科植物上烟蚜存在两个差异很大的生物型,即“甘蓝型”和“烟草型”,并认为这两个生物型可能是由于较长时期的遗传进化而分化形成的,并非随环境条件改变而可以相互交换。经观察,甘蓝型寄主范围主要限于十字花科植物,特别是甘蓝属,不发生有性世代;烟草型寄主范围广泛,但最喜食烟草。虽然国内外学者对烟蚜和寄主的关系进行了研究,但还未见系统报道有关烟蚜寄主转换对其种群存活和繁殖的影响。本文系统研究烟蚜在烟草、油菜和桃树间转换对其种群特征的影响,可为烟蚜寄主转换机制、协同进化及田间管理提供依据。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39670493)

收稿日期: 1997-09-27; **修订日期:** 1998-03-22

1 材料和方法

1.1 材料

供试寄主植物:烟草(NC89)、油菜(秦油二号)、桃树。供试烟蚜:采自田间油菜、桃树、烟草上的红、黄绿色烟蚜。

1.2 试验设计

本试验共设 9 个处理(见表 1),每个处理 3 次重复,每个重复接 10 头成虫,24h 后检查存活及生殖情况,如果每个重复能够产 10 头以上若蚜,则将成蚜及多余若蚜去掉,仅留 10 头若蚜,每天定时观察,记录存活数,进入生殖期后,每天同时记录产仔数并将所产若蚜去掉。不产仔或产仔低于 10 头的重复,每天定时观察,记录成蚜的存活数及产仔数,并将所产若蚜去掉(如重复经几天后,24h 内的产仔数可达 10 头,则按前述观察记录)。将各重复置于控光控温培养箱内,温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$,光暗比 14:10,相对湿度 $70\% \pm 10\%$ 。

表 1 烟蚜寄主转换试验设计

Table 1 The programs of host alteration of *Myzus persicae* included in the study

编号 Ref. No.	原寄主 First host	转寄主 Second host	烟蚜体色 Body color	转寄主生育期 Stage of second host	原寄主生育期 Stage of first host
A	油菜 ^①	油菜	黄绿 ^③	苗期 ^⑥	苗期
B	烟草 ^②	油菜	黄绿	旺长期 ^⑦	苗期
C	烟草	油菜	红 ^⑤	旺长期	苗期
D	桃树 ^④	油菜	黄绿	苗期	
E	烟草	烟草	黄绿	旺长期	旺长期
F	油菜	烟草	黄绿	旺长期	苗期
G	桃树	烟草	黄绿	旺长期	
H	油菜	桃树	黄绿		苗期
I	烟草	桃树	黄绿		苗期

Notes: First host and second host means the aphids were altered from the first host to the second host.

① Rape, ② Tobacco, ③ Peach, ④ Yellowish-green, ⑤ Red, ⑥ Seedling, ⑦ Rapid growing

1.3 结果计算

有关种群参数按下列公式计算

$$r_m = \ln R_0 / T$$

$$R_0 = \sum l_x M_x$$

$$T = \sum l_x M_x X / \sum l_x M_x$$

$$l_x = N_t / N_0 \quad M_x = F / N_t \quad \lambda = e^{r_m}$$

N_0 : 种群起始数量, N_t : t 时刻的存活数, F : t 时刻的产仔数, l_x : 存活率, M_x : 平均产雌率, λ : 周限增长率。

用 Weibull 函数 $F(t) = \exp[-(t/b)^c]$, 拟合种群存活率, 其中 b 为位置参数, c 为曲线形状参数。该函数的极值点为 $t_{\max} = b[(c-1)/c]^{1/c}$, 该极值点即为种群的理论死亡高峰日。

用变形的 Weibull 函数 $F(t) = A[1 - \exp(-(t-t_0)/b)^c]$, 拟合烟蚜实际产仔数($l_x M_x$)逐日累计值, 其中 A 为理论潜在的最大产仔数累计值, t 为年龄, t_0 为生殖前期, b, c 同前。该函数的极值点为 $t_{\max} = b[(c-1)/c]^{1/c} + t_0$, 即为种群的理论产仔高峰日, 极值点函数值 $F(t)_{\max} = A c/b \exp(-(t_{\max}-t_0)/b)^c ((t_{\max}-t_0)/b)^{c-1}$ 即为种群的理论最大产仔量。

用后验差检验对模型的拟合精度进行检验^[1], 即记 S_1^2 为观察数据的方差, S_2^2 为残差(模型值-观察值)的方差, 则后验差比值:

$$C = S_2 / S_1$$

小误差频率:

$$P = P\{|q(k) - q| < 0.6745 S_1\}$$

其中, $q(k)$ 为残差, q 为残差的平均值。

C 值越小越好。 C 值越小, 表明 S_1 越大而 S_2 越小。 S_1 大, 表明观察数据方差大, 即离散程度大。 S_2 小, 表明残差方差小, 即离散程度小。 C 值小, 表明尽管观察数据很离散, 但模型所得计算值与实际观察值之差并不太离散。

P 值越大越好。 P 值大, 表明残差与残差平均值之差小于给定值 $0.6745S_1$ 的点较多。 $P > 0.95$, $C < 0.35$, 则模型拟合精度高, 模型可用。

2 结果与分析

2.1 转换到油菜上的烟蚜的种群特征分析

表 2 转换到油菜上的烟蚜种群存活率 Weibull 模型参数

Table 2 The parameters of Weibull model $F(t) = \exp[-(t/b)^c]$ for the population survival rate of *Myzus persicae* altered to rape

编号 Ref. No.	b	c	t_p	t_r	模型的检验 C	Test for Weibull model $P = P\{ q(k) - q < 0.6745S_1\}$
A	15.5619	5.8903	13	15.1	0.0975	1
B	16.7816	2.1557	10	12.6	0.0843	1
C	12.8038	3.8393	9	11.8	0.1966	1
D	13.9135	1.8885	9	9.3	0.2514	1

* t_p 为实际死亡高峰日 The observed date of maximum mortality, t_r 为理论死亡高峰日 The estimated date of maximum mortality, 下同 The same applies below.

表 3 转换到油菜上的烟蚜实际产仔数逐日累计值 Weibull 模型参数

Table 3 The parameters of Weibull model $F(t) = A[1 - \exp(-(t - t_0)b)^c]$ for the cumulative fecundity of *Myzus persicae* altered to rape

编号 Ref. No.	A	b	c	模型的检验 C	Test for Weibull model $P = P\{ q(k) - q < 0.6745S_1\}$
A	16.7512	8.2626	3.8676	0.0349	1
B	16.9583	7.8950	1.8442	0.0275	1
C	6.7707	4.1875	1.6952	0.0431	1
D	19.3306	5.5572	1.8400	0.1463	1

表 4 转换到油菜上的烟蚜的主要生命表参数

Table 4 Some life-table parameters of *Myzus persicae* altered to rape

编号 Ref. No.	生殖前期 Pre-reproduction time	T_p	T_r	N_p	N_r	r_m (mean $\pm$ std)	T (mean $\pm$ std)	R_0 (mean $\pm$ std)
A	5	12	12.6	3.03	2.99	0.2346 $\pm$ 0.0171a	12.1014 $\pm$ 0.7750b	17.1000 $\pm$ 1.1533ab
B	7	13	12.2	1.87	1.75	0.1963 $\pm$ 0.0098b	14.3526 $\pm$ 0.2770a	16.7330 $\pm$ 1.2556ab
C	6	10	10.2	1.33	1.01	0.1816 $\pm$ 0.0112b	10.3077 $\pm$ 0.2712b	6.5000 $\pm$ 0.3230b
D	6	10	9.6	3.23	2.83	0.2527 $\pm$ 0.0278a	12.1486 $\pm$ 2.2676b	21.5333 $\pm$ 11.6432a

* T_p 为实际产仔高峰日 The observed date of maximum reproduction, T_r 为理论产仔高峰日 The estimated date of maximum reproduction, N_p 为平均每头每天实际最大产仔量 The mean observed maximum reproductive number produced per aphid per day, N_r 为平均每头每天理论最大产仔量 The mean estimated maximum number produced per aphid per day, 下同 the same applies below.

表 2 表明, c 均大于 1, 即 A、B、C、D 处理均属于 I 型存活曲线。其中 c 值越大, 存活率下降越快, b 值越大, 死亡高峰日推后。从表 2 看出, B 处理的 b 值最大, C 处理的 b 值最小, c 值最大的是处理 A, 最小的为处理 D。从死亡高峰日的实际值和理论值看, 死亡高峰日出现的顺序为 $D \leq C < B < A$, 说明油菜转油菜的死亡

高峰日出现最晚,其次为烟草转油菜,而桃树转油菜的死亡高峰日出现最早。上述结果说明,不同寄主之间的转换其死亡高峰出现早,而同寄主之间的转换其死亡高峰出现晚,这可能与寄主的适应性有关。

表 3 中, b 值越大,产仔高峰日越推后, c 值越大,产仔数下降越快。

表 4 表明,同寄主之间转换,生殖前期最短,产仔数大。同一寄主上不同体色的烟蚜转向另一寄主时,其生殖特征也有所不同,如处理 B 的生殖前期为 7d,而处理 C 的为 6d,且 B 的产仔数也大于 C 的产仔数。

从 r_m 看,处理 A 与 D 之间无显著差异, B 与 C 之间无显著差异。由于 r_m 是反映种群增长与环境之间关系的一个综合指标,故其说明,烟蚜在桃树和油菜之间转换,种群的增长无显著差异。烟蚜由烟草转向油菜时红、绿两种体色之间无显著差异,但与桃树和油菜之间的转换,差异显著。

处理 B 的 T 值最大,且与处理 A、C 和 D 之间差异显著。 R_0 在处理 C 和 D 之间差异显著。

2.2 转换到烟草上的烟蚜的种群特征分析

表 5 转换到烟草上的烟蚜种群存活率 Weibull 模型参数

Table 5 The parameters of Weibull model $F(t) = \exp[-(t/b)^c]$ for the population survival rate of *Myzus persicae* alternated to tobacco

编号 Ref. No.	b	c	t_p	t_r	模型的检验 C	Test for Weibull model $P = P\{ q(k) - q < 0.6745S_1\}$
E	10.6017	3.8348	9	9.8	0.1741	1
F	14.5792	3.0512	11	12.8	0.2729	1
G	9.9702	1.4550	3	4.5	0.2467	1

表 5 的 c 值均大于 1,故其各处理均属于 I 型存活曲线。其中 G 的 c 值接近 1,说明其存活曲线接近于 II 型。处理 F 的 b 值最大,处理 G 的 b 值最小,前者死亡高峰日出现晚,后者则早。从 t_p 和 t_r 看,处理 G 死亡高峰日出现较早,死亡主要集中在转换初期,说明对寄主适应选择主要发生在寄主转换早期。而处理 E 和 F 的 b 值和 c 值之间均无显著差异($\alpha=0.05$),说明烟蚜在油菜和烟草之间转换,对种群存活无显著影响。

表 6 转换到烟草上的烟蚜实际产仔数逐日累计值 Weibull 模型参数

Table 6 The parameters of Weibull model $F(t) = A[1 - \exp(-(t-t_0)/b^c)]$ for the cumulative fecundity of *Myzus persicae* alternated to tobacco

编号 Ref. No.	A	b	c	模型的检验 C	Test for Weibull model $P = P\{ q(k) - q < 0.6745S_1\}$
E	5.7910	3.1585	2.0857	0.0982	1
F	6.6706	6.9137	2.2120	0.0840	1
G	4.3995	5.9195	1.9934	0.0614	1

表 7 转换到烟草上的烟蚜的主要生命表参数

Table 7 Some life-table parameters of *Myzus persicae* alternated to tobacco

编号 Ref. No.	生殖前期 Pre-reproduction time	T_p	T_r	N_p	N_r	r_m (mean $\pm$ std)	T (mean $\pm$ std)	R_0 (mean $\pm$ std)
E	6	9	8.3	2.2	1.6	0.1738 $\pm$ 0.0199a	9.5223 $\pm$ 0.1817b	5.2333 $\pm$ 0.8381a
F	7	11	12.3	1.07	0.89	0.1485 $\pm$ 0.0133ab	13.2019 $\pm$ 0.7387a	7.1000 $\pm$ 1.7692a
G	7	12	11.2	0.55	0.64	0.1163 $\pm$ 0.0110b	12.7386 $\pm$ 0.4991a	4.4000 $\pm$ 1.0970a

表 6 表明,处理 F 的产仔高峰日出现最晚,而处理 E 的产仔高峰日出现最早。

表 7 表明,烟蚜同寄主转换(烟草转烟草)生殖前期短,产仔高峰日出现早,产仔量大。从 r_m 看,处理 E 和 F 之间无显著差异,二者与处理 G 之间差异显著。说明烟蚜由烟草转到烟草和由油菜转向烟草时,种群增长特征无显著差异,而与桃树转向烟草差异显著。 R_0 在处理 E、F 和 G 之间无显著差异; T 在 F 和 G 之

间无显著差异,但二者与 E 之间差异显著。

处理 H 即油菜转到桃树上的黄绿色烟蚜前 3d 的存活率分别为 50%、14.2%、2.9%,第 4 天全部死亡。在前 3 天共产若蚜 15 头,但若蚜在 3d 内全部死亡。

处理 I 即烟草转到桃树上的黄绿色烟蚜,则可成功地生长发育和繁殖,其生殖前期为 7d,其产仔高峰日为第 14 天,最大产仔量为 1.04, $r_m = 0.1136$, $T = 15.2637$, $R_s = 5.6630$,死亡高峰日为第 4 天。

从以上结果可以看出:(1)烟蚜可在烟草、油菜和烟草、桃树之间成功转换。(2)同寄主之间的转换其生殖前期短,产仔量大。(3)烟蚜从桃树转到油菜成功,而从油菜转到桃树未获成功。(4)烟蚜寄主转换以 r_m 值从大到小依次为桃树转油菜>烟草转油菜>油菜转烟草>桃树转烟草>烟草转桃树。

3 结果讨论

3.1 本研究表明,不能将烟蚜成功地从油菜转接到桃树上。可能的原因:(1)烟蚜的寄主专化性所致。烟蚜从冬寄主转移到不同的夏寄主上经过数代繁殖后,在夏寄主上分化为不同寄主转化性,当秋末再迁回冬寄主时有些可存活,有些则不能存活。(2)寄主转移通道不同。特定冬寄主上的烟蚜转移到特定的夏寄主上,反之亦然,并非所有寄主之间均可相互转移。(3)与寄主生育期有关形态或(和)营养不适所致。本研究所用的桃树为 2 年生的树苗,且试验是在春夏季进行,故与挂果期的桃树在形态或(和)营养存在一定差异。

3.2 本研究结果表明,桃树上的烟蚜和油菜上的烟蚜均可在烟草上取食。这是否意味着烟草上的烟蚜虫源有以下途径:(1)从桃树上直接迁移到烟草上;(2)从油菜(十字花科)上直接迁移到烟草上;(3)从桃树上和油菜上同时迁移到烟草上;(4)从桃树上迁移到油菜(十字花科)再迁移到烟草上。在不同地区这 4 条途径可能同时存在,也可能是其中的某一或二条。

3.3 桃树、油菜和烟草上采集的烟蚜虽在形态特征和生化方面有差异,但就这 3 种寄主而言,似乎还未分化到独立的寄主生物型。

参考文献:

- [1] 李显荣等. 烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 的研究. 植物保护学报, 1963, (3): 297~308.
- [2] 赵万源. 云南省烟蚜的研究. 植物保护学报, 1981, (3): 203~206.
- [3] Blackman R L. Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae), and a key to new world *Myzus* (*Nectarosiphon*) species. *Bull. Entomol. Res.* 1987, 77: 713~730.
- [4] Blackman R L, et al. Separation of *Myzus* (*Nectarosiphon*) *antirrhinii* (Macchieti) from *Myzus* (*N.*) *persicae* (Sulzer) and related species in Europe (Homoptera: Aphididae). *Systematic Entomol.* 1986, 11: 267~276.
- [5] Blackman R L, et al. Electrophoretic distinction between the peach-potato aphid, *Myzus persicae*, and the tobacco aphid, *Myzus nicotianae* (Homoptera: Aphididae). *Bull. Entomol. Res.* 1992, 82: 161~165.
- [6] 杨效文, 等. 不同寄主植物对烟蚜种群增长的影响. 中国烟草昆虫研究: 理论与实践(一), 1995, 128~131.
- [7] Xiaowen Yang, et al. A study on the relation between the quantity of honeydew and the r_m of green peach aphid. *Entomologia Sinica*. 1995, 2: 179~187.
- [8] Takada H, et al. Occurrence of tobacco-specific form of *Myzus persicae* (Sulzer). *Kontyu* 1987, 55: 573~586.
- [9] Takada H. Breeding trials between "tobacco form" and "non-tobacco form" of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 1988, 32: 60~62.
- [10] 谢贤元. 十字花科植物上桃蚜的两个生物型. 植物保护, 1992, 18(1): 31~32.
- [11] 邓聚龙. 灰色系统基本方法. 武汉: 华中工学院出版社, 1987.